

市场研究报告

# 蓝牙信道探测：塑造 设备定位技术的未来



# 目录

前言 .....	3
蓝牙设备定位功能的发展演变 .....	4
蓝牙信道探测详解 .....	5
相位测距 (PBR) .....	5
往返时间 (RTT) .....	5
蓝牙定位功能汇总 .....	7
蓝牙信道探测的主要优点 .....	8
蓝牙信道探测用例 .....	10
查找我的设备解决方案 .....	10
数字钥匙解决方案 .....	11
其他用例 .....	11
资产追踪 .....	12
人机接口设备 (HID) .....	12
距离接近交互和自动化 .....	12
人机接口 (HMI) .....	13
未来用例 .....	13
蓝牙信道探测如何有效满足大多数距离感知用例的需求 .....	14
给业界的建议 .....	16
快速采用兼容的硬件 .....	16
针对不同用例和外形尺寸创建优化解决方案 .....	16
与行业联盟合作 .....	16
重视差异化 .....	17
向业界宣传蓝牙信道探测的优点 .....	17
推动实现全新用例和体验 .....	17
利用无处不在的蓝牙生态系统 .....	17
研究与其他技术实现协同的方法 .....	18
蓝牙市场研究社区 .....	19



**Andrew Zignani**  
高级研究总监

现任 ABI Research 战略技术团队高级研究总监，负责研究快速的无线连接市场。其研究重点包括蓝牙技术、Wi-Fi、802.15.4、近场通信 (NFC)、HaLow、WiGig 以及其他新兴无线标准和协议的市场预测和定性分析。Andrew 还撰写了关于无线连接技术演进和长期前景的报告，尤其是随着这些技术的目标逐渐转向物联网 (IoT) 的新垂直领域。

## 前言

短距离无线连接技术正在飞速发展。此前, 蓝牙 (Bluetooth®)、Wi-Fi和超宽带 (UWB) 等技术主要侧重于设备间数据收发, 而现在这些技术正向多功能化趋势发展。最近, 蓝牙信道探测 (Bluetooth® Channel Sounding) 技术的推出为蓝牙定位功能套件带来了安全、精密的测距功能, 实现了真正的距离感知。蓝牙信道探测支持利用高精度、安全设备定位功能的各种用例, 包括个人物品追踪、数字钥匙, 以及大量可从了解两个不同蓝牙设备之间的精确距离中获益的用例。由于蓝牙在市场上拥有一个庞大的设备生态系统, 而且其“查找” (Find My) 网络几乎可以精准定位所有加入该网络的蓝牙设备, 这些改进将有助于在未来几年加快联网设备实现真正距离感知的速度。

## 蓝牙设备定位功能的发展演变

低功耗蓝牙 (Bluetooth Low Energy, 缩写为Bluetooth LE) 定位功能套件自2010年首次推出以来, 已取得了长足的发展, 形成了确定存在、方向和距离的一整套技术。第一代定位技术以蓝牙信标的形式出现。蓝牙信标利用低功耗蓝牙的广播功能广播信息, 附近其他设备可以扫描接收这些信息, 因此非常适合用于确定某一设备出现在另一设备附近的时机, 例如智能手机靠近零售信标时。而接收设备可以通过接收信号强度指示器 (RSSI) 测量接收到的信号强度, 然后根据信号强度估算与信标的距离。结合三坐标技术, 该功能的应用实现了诸多低功耗蓝牙定位用例, 例如查找物品追踪器、邻近营销、室内导航、数字钥匙、资产追踪等, 精度通常在米级范围内。

2019年, 蓝牙寻向 (Bluetooth® Direction Finding) 功能问世。该功能通过到达角 (angle of arrival, 缩写为AoA) 和出发角 (angle of departure, 缩写为AoD) 定位技术, 使一台蓝牙设备能够确定另一台蓝牙设备的信号传输方向, 提高了位置服务用例的准确性。AoA使固定定位器锚点能够通过多个天线 (或天线阵列) 帮助定位通过单个天线传输信号的低功耗蓝牙标签。当接收到信号时, 定位器就能计算出信号的来源方向, 从而将实时定位系统 (real-time location systems, 缩写为RTLS) 和资产追踪的精度大幅提高到亚米级。AoD的工作方式与之相反, 它使智能手机等设备能够根据带有多个天线的固定定位器锚点确定自身位置。智能手机接收到来自锚点的信号后, 就能够确定信号的来源方向, 从而计算出设备在环境中的位置。这些功能大大改善了交通枢纽、医院、校园、体育场馆和其他公共场所的室内导航系统。

## 蓝牙信道探测详解

蓝牙信道探测是低功耗蓝牙定位功能的最新发展成果。该功能引入了一种全新的、安全的、精密测距能力,在测量两个低功耗蓝牙设备之间的距离时能提供厘米级的精度,相比RSSI技术有了显著的提升。这是通过两种主要的测距技术实现的,即基于相位测距(Phase-based Ranging, 缩写为PBR)和往返时间(Round-trip Time, 缩写为RTT)。点击[此处](#)查看关于PBR和RTT的详细解释。

### 相位测距(PBR):

蓝牙信道探测利用相位测距(Phase-based Ranging, PBR)技术实现了两台设备之间的精确测距。在PBR中,启动设备向反射设备发送信号,反射设备返回信号。该过程在多个频率上重复进行,然后根据这些频率上发送和接收信号之间的相位差计算出设备之间的距离。图1直观地展示了PBR的工作原理。

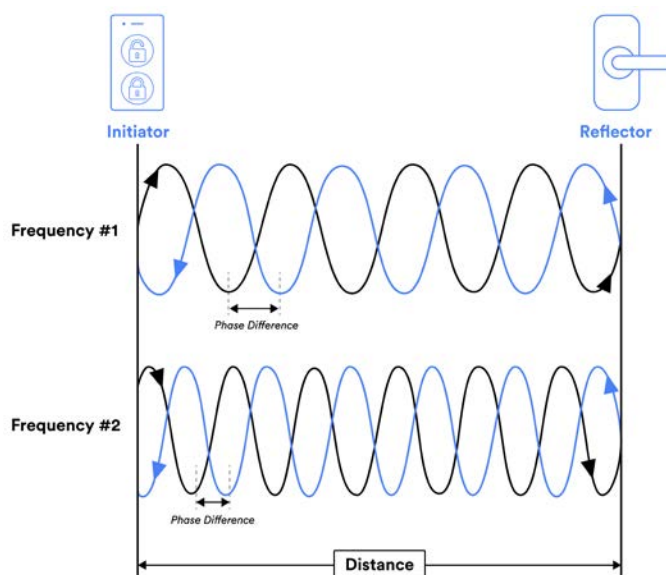


图1. 相位测距(PBR) 资料来源:蓝牙技术联盟

### 往返时间(RTT):

蓝牙信道探测还采用了一种称为往返时间(Round-Trip Time, RTT)的辅助测距方法,以对抗复杂的中间人(man-in-the-middle, 缩写为MITM)攻击。在RTT中,启动设备向反射设备发送加密加扰数据包,反射设备返回数据包,然后根据数据包来回传输的时间计算设备之间的距离。

RTT 作为一种安全的距离界定技术,提供了一种验证PBR测量值的独立测距方法,从而更大幅度地降低MITM攻击的风险。

通过结合PBR和RTT,蓝牙信道探测技术实现了安全、准确的设备间测距。图2直观地展示了RTT的工作原理。

将精密测距技术与方向和存在检测相结合后,完善了整套蓝牙定位功能。图3汇总了低功耗蓝牙迄今为止的主要定位功能。

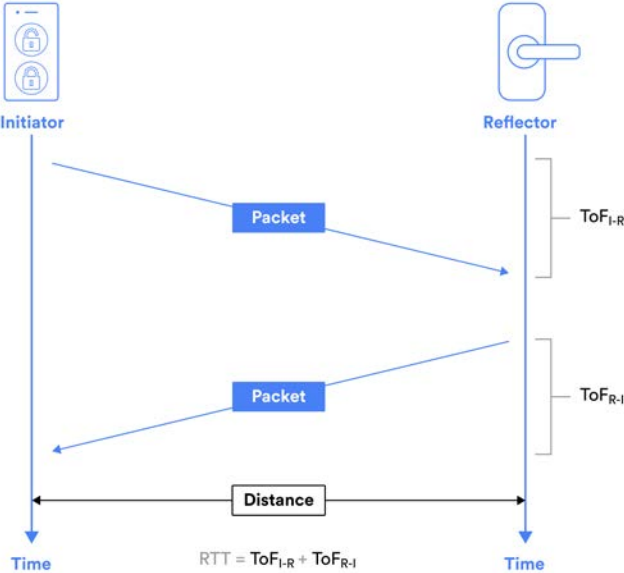


图2. 往返时间(RTT) 资料来源:蓝牙技术联盟

## 蓝牙定位功能汇总

随着蓝牙信道探测的加入, 蓝牙技术定位功能套件现在包含了多种测量两台设备间距离的技术以及检测存在和方向的成熟方法。



图3 蓝牙定位功能 (资料来源: 蓝牙技术联盟)

## 蓝牙信道探测的主要优点

凭借上述功能特点, 蓝牙信道探测技术具有诸多优点。表1对此进行了详细说明。

主要优点	说明
高精度测距	蓝牙信道探测利用多通道相位测距 (PBR) 技术实现了蓝牙设备之间的高精度精密测距。蓝牙信道探测可在相当长的距离内达到厘米级精度, 满足了绝大多数应用的需求, 即使是最简单的联接设备也能使用真正的距离感知功能。
安全性高	通过结合使用蓝牙信道探测的PBR和RTT技术, 可保证只有当授权的数字钥匙在一定距离内时, 车辆和楼宇门锁才会被打开, 从而大大降低了中间人中继攻击的可能性。
在追踪设备中无处不在	低功耗蓝牙在智能手机、个人电脑 (PC)、平板电脑和可穿戴设备等消费平台设备中无处不在, 这给潜在的启动设备带来了巨大的安装基础。虽然一般情况下需要升级硬件才能支持蓝牙信道探测, 不过市场上有一些设备只需要通过升级就能支持这一功能。虽然预计UWB精密测距解决方案在未来几年会有所增长, 但兼容蓝牙信道探测的硬件的普及速度预计会远超UWB技术。
庞大的蓝牙设备生态系统	预计仅2029年, 蓝牙设备的出货量就将达到近80亿台, 届时将有大量设备可能采用蓝牙信道探测技术。一些更高级的使用多天线的蓝牙信道探测实现可能较为复杂, 但单天线技术实现可以在不影响现有低功耗蓝牙产品设计的情况下启用蓝牙信道探测, 从而利用设备上已有的蓝牙芯片创建一个具有强大扩展能力的设备生态并成为各种连接设备解决方案的一部分, 例如Find My网络。



主要优点	说明
更低的成本和复杂性	实现蓝牙信道探测无需在设备中集成额外的无线电设备,在增加了安全测距功能的同时,降低了物料(BOM)成本。例如,支持蓝牙低功耗音频(Bluetooth LE Audio)的真无线耳机或充电盒可以直接实现蓝牙信道探测方案,而无需重新设计电路板以集成UWB芯片,从而降低了成本和复杂性,加快了产品上市时间,同时还能在设备丢失时进行准确的追踪。由于设备本身需要使用低功耗蓝牙芯片实现音频功能,因此唯一增加的成本来自于具有支持蓝牙信道探测功能的芯片组。
互通性	加入蓝牙生态系统的一个主要优点是所有设备都完全互通。这意味着一家厂商生产的符合蓝牙信道探测标准的智能手机或移动设备可以追踪另一家厂商生产的蓝牙信道探测设备。这将有助于建立一个可扩展的解决方案生态系统以满足多种设备和应用的需求。
更低的功耗	蓝牙信道探测充分利用了低功耗蓝牙技术固有的低功耗特性。对于需要高安全测距功能的电池敏感型设备,这可能是决定嵌入何种技术的关键因素。
可靠性	使用多天线的蓝牙信道探测解决方案能够帮助减少多径反射对测量精度的影响,这有助于提高距离感知在各种环境中的可靠性。

表1. 蓝牙信道探测的主要优点

## 蓝牙信道探测用例

虽然蓝牙信道探测技术还处于早期应用阶段，但蓝牙技术在平台设备和联网设备中的独特影响力可能会显著扩大当前消费、企业和工业领域的距离感知市场规模。同时，蓝牙信道探测技术具有厘米级的精度，足以满足下文所述的大多数精密测距用例的要求，因此与UWB等其他精密测距技术相比，蓝牙信道探测技术更富有吸引力。虽然UWB具有更高的精度和更低的延迟，但其不足之处在于集成额外无线电设备的成本、支持的移动设备和平台设备数量有限以及总体功耗更高。据预测，仅2029年就将有近80亿台蓝牙设备投入使用，所创造的机会十分可观。下文将讨论蓝牙信道探测技术如何在实现轻松部署和节约成本的同时，满足各种精密测距应用的需求。

### 查找我的设备解决方案

自2010年问世以来，低功耗蓝牙技术最引人注目的定位应用之一就是电池供电型个人追踪器。用户可将专用标签贴在或插在各种个人物品上，例如钱包、背包、自行车、手机和平板电脑包、行李箱、钥匙、仪器包、宠物以及其他贵重或有纪念意义的物品。借助蓝牙信道探测，用户现在可以了解自己是朝着离物品更近还是更远的方向移动，并且凭借精确到厘米级的测距更加准确地找到丢失的物品。这可以提升用户体验，使寻找遗失物品变得更加简单、直观、快捷。

不过，更令人兴奋的是随着蓝牙信道探测技术的出现，几乎所有带有兼容芯片组的低功耗蓝牙设备都可以被更加精确地追踪，而且无需嵌入单独的标签。例如支持低功耗蓝牙的遥控器、音频设备、联网玩具和游戏机控制器无需额外的专用硬件就可以具备更加强大的距离感知功能。随着越来越多的蓝牙平台设备集成“查找”功能，支持蓝牙信道探测功能的联网设备将极大地扩展“Find My”和“Find My Device”网络的规模与准确性，从而形成一个庞大的蓝牙“设备查找”网络，让用户更容易找到丢失的物品。

## 数字钥匙解决方案

基于RSSI的低功耗蓝牙数字钥匙解决方案已出现了一段时间。支持低功耗蓝牙的手环和手机即钥匙解决方案可用于上锁和解锁房门、大门、车库、自行车锁、保险箱、橱柜、抽屉锁等设备。蓝牙信道探测提供了防止中间人中继攻击的额外保护层，解决了数字钥匙和门禁控制解决方案采用蓝牙技术时的一个重大问题，同时还为大多数部署场景提供了足够的准确性和低延迟。

如今，多协议门禁控制解决方案发展势头迅猛，尤其是在汽车领域，并且得到了[车联网联盟\(CCC\)](#)及其数字密钥3.0规范的支持。该规范结合了UWB、低功耗蓝牙和NFC。同样，连接标准联盟(CSA)于2023年推出了[Aliro](#)，旨在规范门禁读卡器与智能手机、可穿戴设备等用户设备之间的通信协议，实现更加便捷、一致的门禁控制体验。与此同时，中国的智慧车联开放联盟(ICCOA)和智慧车联产业生态联盟(ICCE)等组织也在研究与CCC类似的方法，即结合UWB、低功耗蓝牙和NFC技术。

不过，鉴于UWB技术尚未普及而且会增加成本和复杂性，许多业内人士认为，除高端市场外，许多原设备制造商会充分利用低功耗蓝牙技术在智能手机和其他设备中的普及优势，将蓝牙信道探测技术作为一种经济可行的汽车、家庭和楼宇门禁解决方案。因此，蓝牙信道探测技术有可能帮助扩大数字钥匙和手机即钥匙在汽车、家庭、企业和工厂门禁控制用例中的部署规模。

除了独立的蓝牙信道探测数字钥匙解决方案外，蓝牙信道探测技术还可与UWB技术形成互补。门禁控制解决方案可使用蓝牙信道探测在用户距离较远时就确定距离，并将解锁和舱内用例移交给UWB技术。以这种方式使用蓝牙信道探测技术可进一步降低使用UWB的门禁控制解决方案的功耗。

## 其他用例

由于连接设备现在能够精确定位自己相对于其他设备的位置，因此将出现资产追踪和门禁控制以外范畴的创新用例。蓝牙信道探测的厘米级精度可为支持低功耗蓝牙的设备带来新的创新功能，包括人机接口设备(HID)、距离接近交互和自动化以及人机接口(HMI)。

## 资产追踪

相比以前的解决方案, 蓝牙信道探测技术可显著提高室内资产追踪应用的性能和安全性, 同时还能降低部署的复杂性。在医院等企业环境中, 工作人员可以利用智能手机更加方便地追踪贵重设备, 提高工作效率, 防止关键资产丢失; 在零售环境中, 带有蓝牙信道探测专门标签的贵重设备在被移出指定区域时会发出警报; 在仓库或建筑工地, 工作人员无需安装带有多个定位器的复杂RTLS基础设施, 即可追踪启用了蓝牙信道探测的工具。其他贵重资产如果突然被移动到预定位置之外, 就会触发警报, 从而防止失窃。这些解决方案可以补充基于RSSI和AoA/AoD、具有更强扩展能力的资产追踪应用, 帮助追踪成百上千的资产。此外, 蓝牙信道探测还可与寻向等技术相结合, 进一步提高资产追踪平台的准确性和安全性。

## 人机接口设备(HID)

借助厘米级测距功能, 大量外围设备和附件设备现在都能通过智能手机、PC、平板电脑和智能电视等平台设备准确确定自己的相对位置。当鼠标、键盘和控制器等设备接近源PC或与源PC分离时, 它们可以自动在激活和非激活状态之间切换。例如当有人拿起笔记本电脑使用时, 一旦笔记本电脑离开从预先设定的距离, 激活的无线键盘或鼠标就会转为非激活状态。另外, 当有人将游戏控制器放在笔记本电脑旁边时, 笔记本电脑也会激活。这能够提升终端用户的使用体验, 同时延长这些设备的电池续航时间。

## 距离接近交互和自动化

蓝牙信道探测的另一个潜在用途是使平台设备能够检测与终端用户智能手机或智能手表的接近程度, 并在接近到一定范围时自动锁定或解锁屏幕。例如用户在佩戴支持蓝牙信道探测的智能手表时, 只要接近和离开自己的PC一定距离, PC就会自动解锁和锁定。该功能也可以检测到PC使用者的身份并切换到他们的登录配置文件。

蓝牙信道探测可带来大量创新的用户体验, 从而实现基于接近度/地理围栏的自动化功能。例如, 用户将智能手机靠近家用电器就会自动出现相关的控制面板, 不需要在设备上搜索已安装的应用。

与门锁一样, 照明、音频设备和恒温器等设备也可以根据人在不同房间的存在作出反应。这一点也可用于根据用户的具体偏好对环境进行个性化定制。在医院, 工作人员可以在探视病人时通过设备自动访问病人的记录, 还可以设置使用限制, 防止未经授权的用户与资产、装置或设备进行交互, 除非设备附近有持有正确权限的人员。该技术还有助于确保基于距离接近程度的设备引导和配置流程顺利进行。

## 人机接口 (HMI)

相反, 在一些用例中, 只有当用户处于安全距离之外时, 才能操作具有潜在危险的设备或机器, 从而提高人员安全。与 RSSI 解决方案相比, 蓝牙信道探测能够更加准确地确定人机接口的位置, 确保人机接口与设备保持安全操作所需的距离。在商业和工业环境中操作机器人、机械、设备和工具的人机接口都可以受益于蓝牙信道探测的这项功能。

## 未来用例

鉴于蓝牙信道探测技术目前还处于初期阶段, 现在预测可能会出现哪些新的用例和设备类型还为时过早。未来可能会出现帮助优化系统性能的设备自我优化和配置用例, 例如蓝牙智能照明等。鉴于低功耗蓝牙在智能手机和其他平台上的普遍性, ABI Research 预计随着蓝牙信道探测技术在未来几年的加速普及, 将会出现许多新的用例。

## 蓝牙信道探测如何有效满足大多数距离感知用例的需求

市场上有许多无线技术可以提供测距功能，其中最主流的是UWB、Wi-Fi和低功耗蓝牙。它们在精度、功耗、延迟、范围、可扩展性、部署难易度、生态系统的支持、成本等方面都有其独特的优势和不足。蓝牙信道探测的优势包括厘米级精度、蓝牙智能手机和平台设备的普及性、低芯片组成本、低功耗、简单的设计、无需额外的无线电设备等，这些优势足以证明在诸多测距用例中使用独立的蓝牙信道探测替代UWB精密测距技术的吸引力。在一些应用领域，蓝牙信道探测与UWB互为竞争对手；而在另一些应用领域，这两项技术将共同提高整体定位性能。

不过需要注意的是，不同的安全测距用例会有不同的要求。虽然有些应用可能需要UWB所提供的更高精度，但对许多应用来说纯属多余。一些原设备制造商没有理由仅仅为了实现安全测距，就嵌入成本更高、更加复杂的UWB。以个人追踪器为例，根据物品的大小，知道物品在几毫米远还是几十厘米乃至一米远可能没有任何区别。因此，一些开发人员可能会选择开发性能足够强大、互通性强并且成本和功耗更低的蓝牙信道探测解决方案，而另一些开发人员则可能会选择性能更加强大、但成本和功耗更高的解决方案。

在手机即钥匙门禁控制应用中，通常只要知道用户处于一米以内的距离就足以进行上锁和解锁。如今，市场上已经有许多低功耗蓝牙门锁利用现有的低功耗蓝牙移动设备实现接近自动开锁功能。与RSSI相比，蓝牙信道探测可提供更高的安全性和更好的用户体验，因为它只有在用户靠近时才会开门，而且避免了另行安装UWB无线电设备的成本。早在2021年，博通(Broadcom)等公司就与阿尔卑斯阿尔派株式会社(Alps Alpine Co., Ltd)合作，为汽车应用开发基于低功耗蓝牙的安全测距解决方案。

同样，在追踪仓库、医院、校园或工厂中的少数贵重资产时，一般1至5米的距离就足以有效定位物品。但如果物品较小，例如工具等，那么蓝牙信道探测的厘米级精度就会派上用场。

蓝牙技术已被嵌入到许多有可能被追踪的无线设备中，这可能会成为提高蓝牙信道探测应用潜力的一大优势。通过加入对蓝牙信道探测的支持，许多新设备类别都可以在无需配备专用智能标签或嵌入额外UWB无线电设备的情况下提供追踪功能，特别是低成本的天线物联网解决方案，虽然准确度较低，但也具备足以找到物品的距离感知，而且开发人员无需投资于新的技术、额外的无线电设备或更复杂的产品设计。这一点再加上低功耗蓝牙在移动设备中的普及性，可能会鼓励更多终端设备厂商在其设备中增加对蓝牙信道探测解决方案的支持，以实现包括物品追踪、存在检测、接近激活等在内的各种用例。尽管未来几年UWB在智能手机中的普及率有望增长，但2023年出货的智能手机中只有四分之一配备了该技术。ABI Research 预计，随着兼容硬件数量的激增，具备蓝牙信道探测功能的智能手机和其他平台设备的普及速度将大大加快。

此外，蓝牙信道探测技术凭借其灵活性能够优先考虑不同的指标，并针对可能需要更高安全性、更高准确性、更低延迟或更低功耗的特定应用量身定制。

## 给业界的建议

蓝牙信道探测技术与以前的RSSI技术相比,在测距方面有了明显的改进,令整个位置生态系统受益匪浅。但它也进入了一个与UWB等技术竞争的领域,这些技术在精度和延迟方面各具优势,但在集成成本和整个生态系统中的普及度方面可能有所不足。因此,蓝牙生态系统要想在未来几年取得成功,就必须尽最大努力将蓝牙信道探测的独特优势发挥到极致,包括:

### 迅速采用兼容的硬件

虽然一些芯片组厂商早在一段时间以前就开始在其解决方案中使用蓝牙信道探测技术,但该技术的采用率无疑取决于平台设备以及标签、门锁、门禁读卡器和其他设备是否拥有兼容的硬件和设备。如果支持蓝牙信道探测的智能手机和其他平台设备能够迅速普及,将有助于推动新用例和距离感知终端设备的开发。

### 为不同的用例和外形尺寸创建优化解决方案

除了兼容的智能手机外,芯片组厂商还应提供有助于针对各种蓝牙信道探测应用的优化解决方案。一些厂商已经发布了针对贵重资产追踪应用的单天线解决方案,并且目前正在开发针对钥匙等更小设备的双天线解决方案。随着时间的推移,将会出现具有最高精度和安全性的蓝牙信道探测解决方案。产品制造商应根据这些不同的性能指标确定计划的优先顺序。得益于蓝牙信道探测技术的灵活性,芯片组厂商可以在准确性、延迟、安全性、成本等指标上实现差异化,从而在竞争中脱颖而出。

### 与行业联盟合作

蓝牙生态系统还应与垂直领域和特定地区的企业机构和激励机制密切合作,例如车联网联盟、智慧车联开放联盟(ICCOA)、智慧车联产业生态联盟(ICCE)、CSA的Aliro等,将蓝牙信道探测技术作为门禁控制和无钥匙进入应用的一项可行技术加以推广并作为UWB技术的补充。这将有助于巩固信任,并展示该技术在支持某些要求更严格的安全应用方面的可行性。

## 注重差异化

一直以来,定位生态系统都在关注哪种技术能够提供最高的精度。但近年来,他们终于认识到一项技术要想取得成功,还必须具备经济性、易部署和易管理性、互通性以及可扩展性等特点。蓝牙信道探测技术之所以引人注目,正是因为它无需庞大的硬件升级或复杂的设计就可以随时嵌入设备。另外,它还能与大量现有的低功耗蓝牙设备进行通信并且具有强大的互通性以及低成本和低功耗,因此已成为解决各种定位难题的理想解决方案。蓝牙信道探测技术的推广者不应把重点放在对性能要求更严格的应用上,而是应突出其厘米级精度和高安全性,因为这已足以有效解决大多数应用问题。宣传的重点应放在与同样可以直接嵌入的RSSI解决方案相比所带来的巨大功能升级,而不是与需要额外无线电设备的UWB对比精度。

## 向业界宣传蓝牙信道探测的优点

由于蓝牙信道探测技术是一项相对新颖的功能,需要付出大量精力向终端用户宣传该技术的优点及其在不同设备类型中的关键性能表现。未来几年,可通过演示、试验、案例研究、强调实际产品的可用性及其实际性能和优点推动该技术的进一步普及。

## 推动实现新的用例和体验

除门禁控制和个人追踪外,业界还应关注通过蓝牙信道探测技术实现的新用例。虽然前者也蕴含着重大的商机,但与各种首次嵌入测距功能的设备类别相比可能会相形见绌。这些设备还能够帮助实现新的用户体验和与周围世界互动的新方式,并提高诸多环境下的个性化和自动化程度。

## 充分利用无处不在的蓝牙生态系统

随着兼容蓝牙信道探测的硬件的推广,市场上将有数十亿台设备可以嵌入高精度测距功能,而且无需重新设计产品或仅仅为了测距功能而嵌入额外的无线电设备。这将创造一个具有高度扩展能力的生态系统,使蓝牙设备可以与其他设备共享彼此之间的距离并极大地扩展目前的“查找”网络规模,进而带来引人注目的新用例和用户体验。

而唯一增加的成本仅仅是升级到兼容蓝牙信道探测的硬件。同时,由于许多用例已经使用了基于低功耗蓝牙的RSSI粗测距离测量技术,因此无需大力投资于主要硬件的重新设计,即可显著提升性能。

## 研究与其他技术实现协同的方法:

厂商还应研究如何通过蓝牙信道探测与其他技术(蓝牙RSSI、蓝牙寻向、Wi-Fi或UWB)的协同,实现更加独特的位置解决方案,在最大程度提高性能的同时,降低功耗和部署复杂性。例如,目前市场上有许多结合了UWB和低功耗蓝牙技术的设备,而蓝牙信道探测技术未来可能会给许多应用带来更多增强功能。UWB通常需要搭配低功耗蓝牙使用这一点也会给蓝牙生态系统带来潜在的好处。

总而言之,蓝牙信道探测完全能够成为一项更加普及的安全测距解决方案。在加入到蓝牙核心规范后,该功能将会迅速扩张并大幅提升高精度、低功耗、安全精密测距功能在各类设备中的可用性,进而在未来几年创造出基于位置的创新体验,例如精确的查找解决方案、安全的门禁控制以及其他创新的设备间交互等。



## 蓝牙市场研究社区

加入蓝牙市场研究社区, 提前获得解析最新蓝牙技术趋势和预测的市场数据。您还将可以对所采集和共享的数据进行评估, 从而获得对您和您的业务最有价值的研究。

订阅地址:

[bluetooth.com/marketresearch](https://bluetooth.com/marketresearch)